

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-81697

(P2000-81697A)

(43) 公開日 平成12年3月21日 (2000.3.21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 3 F 1/08		G 0 3 F 1/08	S 2 H 0 9 5
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 0 2 V

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 13 頁)

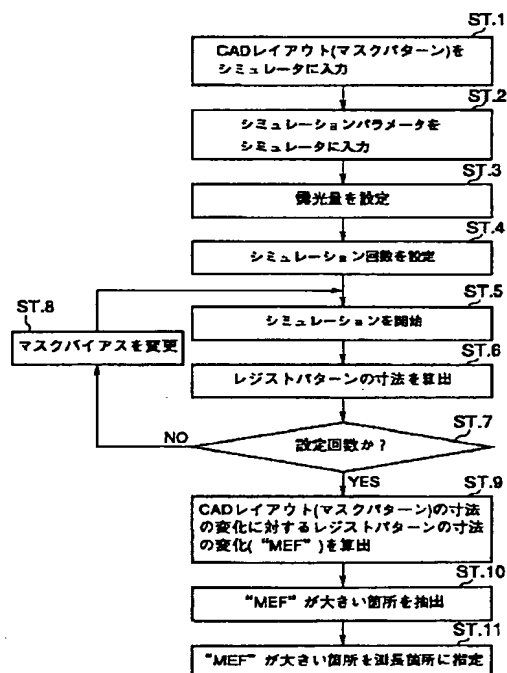
(21) 出願番号	特願平10-249867	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(22) 出願日	平成10年9月3日 (1998.9.3)	(72) 発明者	橋本 耕治 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株 式会社東芝横浜事業所内
		(72) 発明者	野嶋 茂樹 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株 式会社東芝横浜事業所内
		(74) 代理人	100058479 弁理士 鈴江 武彦 (外6名) Fターム(参考) 2H095 BB01 BD03 BD31

(54) 【発明の名称】 露光マスクの検査方法および測長箇所を探索するプログラムを記録した記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 ランダムな回路パターンを持つ半導体集積回路装置の露光マスクであっても、露光マスクの面内寸法の規格保証を、真に保証すべき箇所の寸法によって行え、かつ露光エリアでのパターン寸法のモニタも可能とする露光マスクの検査方法を提供すること。

【解決手段】 マスクパターンの寸法の変化に対するレジストパターンの寸法の変化 (MEF) を算出し (S T. 9)、MEFが大きい箇所を抽出し (S T. 10)、MEFが大きい箇所を、露光マスクの面内寸法の規格保証を行う際に測長される測長箇所に指定する (S T. 11) ことを特徴としている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 露光マスクの寸法変動とレジストの寸法変動との相関曲線の傾きを算出する工程と、前記相関曲線の傾きが大きい箇所を抽出する工程と、前記抽出された相関曲線の傾きが大きい箇所から、前記露光マスクの寸法を測長する測長箇所を選ぶ工程とを具備することを特徴とする露光マスクの検査方法。

【請求項2】 前記測長箇所は、前記相関曲線の傾きが大きい順に選ばれることを特徴とする請求項1に記載の露光マスクの検査方法。

【請求項3】 前記相関曲線の傾きが大きい箇所を抽出する工程は、前記相関曲線の傾きを所定範囲毎のグループに分類する工程を含むことを特徴とする請求項1に記載の露光マスクの検査方法。

【請求項4】 前記測長箇所には、前記相関曲線の傾きが最も大きいグループが選ばれることを特徴とする請求項3に記載の露光マスクの検査方法。

【請求項5】 前記相関曲線の傾きが大きい箇所を抽出する工程は、前記露光マスクを平面的な複数のブロックに分割する工程を含むことを特徴とする請求項1に記載の露光マスクの検査方法。

【請求項6】 前記測長箇所は、前記ブロック毎に選ばれることを特徴とする請求項5に記載の露光マスクの検査方法。

【請求項7】 前記相関曲線の傾きが1.5以上となる箇所を、前記相関曲線の傾きが大きい箇所として抽出することを特徴とする請求項1乃至請求項6いずれか一項に記載の露光マスクの検査方法。

【請求項8】 露光マスクの寸法変動とレジストの寸法変動との相関曲線の傾きは、光学シミュレーションを用いて算出することを特徴とする請求項1乃至請求項7いずれか一項に記載の露光マスクの検査方法。

【請求項9】 前記光学シミュレーションに使用する露光マスクのCADレイアウトのパターンは、そのコーナ一部が実際の露光マスクのパターンに合致するように補正されることを特徴とする請求項8に記載の露光マスクの検査方法。

【請求項10】 露光マスクの寸法を測長するのに最適な測長箇所を探索するプログラムを記録した機械的に読み取り可能な記録媒体であって、露光マスクの寸法変動とレジストの寸法変動との相関曲線の傾きの算出する手順と、前記相関曲線の傾きが大きい箇所の抽出する手順と、前記抽出された相関曲線の傾きが大きい箇所を前記露光マスクの寸法を測長する測長箇所の候補に指定する手順とを実行するプログラムを記録した機械的に読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、半導体集積回路

装置のリソグラフィ工程に使用される露光マスクの検査に関する。

【0002】

【従来の技術】 昨今のメモリデバイスの価格破壊により、半導体デバイスの微細化が急速な勢いで進んでいる。この微細化はメモリデバイスのみならず、高速動作が要求されるRISCチップなどのロジックデバイスにも及んでいる。そして、デバイスによっては、ロジックデバイスの微細化がメモリデバイスのそれよりも先行する現象がおこっている。すなわち、今までメモリデバイスが担っていた微細プロセスのテクノロジドライバとしての役割を一部、ロジックデバイスが担う時代となってきた。この傾向に伴い、ロジックのデバイ的な特徴を考慮した微細プロセステクノロジの開発がますます重要になってきている。

【0003】 さらに近年、この微細化の加速に伴い、マスク寸法ばらつきがウェーハパターン寸法に与える影響が無視できなくなっている。それにより、マスク出荷時のマスク規格保証（寸法、欠陥など）もますます厳しいものになってきている。

【0004】 従来、DRAMなどの先端の高集積メモリデバイスでは、マスク寸法の面内規格保証を、メモリセル部から測長箇所を数箇所抽出し、各測長箇所においてマスクの寸法を測長することにより行っていた。これは、メモリセル部のパターンが他のパターンに比べ、寸法的に厳しく、かつチップ内のある程度の面積（50～60%）を占めていること、および基本的に繰り返しパターンで形成されていることから、寸法の規格決めが比較的容易であることによる。

【0005】 ところがロジックデバイスは、基本的に回路パターンがランダムであり、メモリデバイスのメモリセル部のように繰り返しパターンで形成される箇所がほとんどない。このため、ロジックデバイスでは、メモリデバイスのように寸法を測長するのに適切な測長箇所をメモリセル部より抽出し、この測長箇所を測長してマスク寸法を保証する、という手法は基本的に使えない。

【0006】 このような事情により、現状のロジックデバイスでは、測長用の繰り返しパターン、例えばライン・アンド・スペース（以下L/S）パターンを、カーフ部（チップとチップとの境界部）に配置しておき、この寸法を測長し、マスクの面内寸法の規格保証を行う、という手法をとっていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、測長用のL/Sパターンをカーフ部に配置する手法では、露光マスクの面内寸法の規格保証を、プロセス的、デバイ的に真に保証すべき箇所のパターン寸法によって行うことはできない。

【0008】 また、カーフ部は、基本的に露光ショットの端部となる場合が多い。このため、実際にデバイスと

10

20

30

40

50

3

して機能する露光エリアでのパターン寸法をモニタできない、という事情がある。

【0009】この発明は、上記の事情に鑑み為されたもので、その目的は、ランダムな回路パターンを持つ半導体集積回路装置の露光マスクであっても、露光マスクの面内寸法の規格保証を、真に保証すべき箇所の寸法によって行うことができ、かつ露光エリアでのパターン寸法のモニタも可能とする露光マスクの検査方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明では、露光マスクの寸法変動とレジストの寸法変動との相関曲線の傾きを算出し、前記相関曲線の傾きが大きい箇所を抽出し、前記抽出された相関曲線の傾きが大きい箇所から、前記露光マスクの寸法を測長する測長箇所を選ぶことを特徴としている。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明の実施の形態を説明する。

【第1の実施形態】図1は、この発明の第1の実施形態に係る露光マスクの検査方法を示す流れ図である。

【0012】まず、図1に示ように、工程ST. 1において、マスク検査を行う露光マスクのCADレイアウト（マスクパターン）をシミュレータに入力する。入力したCADレイアウトを図2（A）に示す。図2（A）に示すCADレイアウトは、0.18 μ mのデザインルールで形成されるロジックデバイスの素子分離パターンの一部である。

【0013】図2（A）に示すように、ロジックデバイスの素子分離パターンは、L/Sのような繰り返しパターンが少なく、ほとんどがランダムな配置になっている。次に、工程ST. 2において、シミュレーションパラメータをシミュレータに入力する。シミュレーションパラメータは、露光装置の光学条件およびレジストプロセス条件を少なくとも含み、実際のリソグラフィ工程をシミュレータ内に再現するものである。光学条件としては、露光波長、レンズ開口数（NA）、コヒーレンスファクタ（ σ ）を挙げることができ、レジストプロセス条件としては、レジストの膜厚および光学定数（n、k）、現像速度などを挙げることができる。

【0014】次に、工程ST. 3において、露光量を設定する。第1の実施形態では、露光量を、マスクバイアス“0”の条件（マスク寸法と設計寸法との変換差がゼロ）下で0.18 μ mの孤立ラインパターンがレジストに、所望の寸法値通り得られる量に設定している。

【0015】次に、工程ST. 4において、光学シミュレーション回数を設定する。詳しくは下記するが、この発明では、光学シミュレーションを数回行う。次に、工程ST. 5において、与えられたシミュレーションパラメータ、および露光量で、光学シミュレーションを開始

4

する。このとき、マスクバイアスは“0”である。

【0016】次に、工程ST. 6において、マスクバイアス“0”のときのレジストパターンの寸法値を算出する。図2（B）は、図2（A）に示すCADレイアウトを、マスクバイアス“0”の条件下で光学シミュレーションして得た光学像であり、輪郭をプロットしたものである。

【0017】この発明では、上記の光学シミュレーションを、マスクバイアスを変化させて、何回か行う。マスクバイアスを変化させることは、CADレイアウト、即ち露光マスクのマスクパターン寸法を変動させることと等価である。この第1の実施形態では、上記の光学シミュレーションを、マスクバイアスを変化させて3回行う。即ち、工程ST. 4で設定した設定回数は“3”である。レジストパターンの寸法値は、3回の光学シミュレーションにおいてそれぞれ算出される。

【0018】工程ST. 7は、光学シミュレーションの回数が設定回数か否かを判断する工程である。この第1の実施形態では、3回の光学シミュレーションを終えたか否かが判断される。終えていない場合（NO.）には、工程ST. 8において、マスクバイアスを変更する。マスクバイアスはCADレイアウト上で一律に変更される。CADレイアウトのパターンピッチが特定の部分のみ極度に変化しないようにするためである。マスクバイアスを変更する量は、デザインルールの5%~10%程度が目安である。この第1の実施形態では、まず、マスクバイアス“0”から“+20nm”に変更した。

【0019】マスクバイアスを変更した後、工程ST. 5に戻り、マスクバイアス“+20nm”の条件下で、再度光学シミュレーションを開始する。このとき、シミュレーションパラメータや露光量は変更しない。

【0020】次に、工程ST. 6において、マスクバイアス“+20nm”のときのレジストパターンの寸法値を算出する。即ち、マスクバイアス“+20nm”で、図2（B）に相当する光学像を得る。

【0021】次に、工程ST. 7において、所定回数の光学シミュレーションを終えたか否かを判断し、終えていない（NO.）と判断すると、工程ST. 8において、マスクバイアスを“+20nm”から“-20nm”に変化させる。

【0022】この後、工程ST. 5において、マスクバイアス“-20nm”で、光学シミュレーションを行い、工程ST. 6において、マスクバイアス“-20nm”の条件下で、レジストパターンの寸法値を算出する。このときも、マスクバイアスのみを変化させ、シミュレーションパラメータや露光量は変化しない。

【0023】以上により、マスクバイアス“0”のとき、マスクバイアス“+20nm”のとき、並びにマスクバイアス“-20nm”のときそれぞれの、レジストパターンの寸法値が求められる。

5

【0024】工程ST. 7において、所定回数の光学シミュレーションを終えた、と判断した場合(YES.)には、露光マスクの測長に最適な箇所を抽出する工程に入る。

【0025】測長に最適な箇所を抽出するために、この発明では、“MEF (Mask CD deviation Enhancement Factor)”を利用する。“MEF”は、露光マスクのパターン寸法のばらつきが、ウェーハに形成されたパターン寸法に与える影響を定量化するファクタである。

“MEF”は、下記の文献に開示されている。“Electrical Characterization of Across-field Lithographic Performance for 256 M bit DRAM Technologies”, Proc. SPIE in Symposium Photomask and X-Ray Mask Technology II, Hideo Yoshikawa, Editor, Vol. 2512, pp. 218-225, 1995. (J. Iba, K. Hashimoto, R. Ferguson, T. Yanagisawa and D. Samuels) 図3は、“MEF”を説明するための図である。

【0026】図3に示すように“MEF”は、パターンピッチが一定の条件における、露光マスクの寸法変動(ΔL_m)とレジストの寸法変動(ΔL_r)との傾き($\Delta L_r / \Delta L_m$)として定義される。MEFは露光条件、設計寸法、パターンレイアウト、レジスト条件等に依存する。

【0027】図3からも分かるように、露光マスクのパターン寸法のばらつきは、“MEF”を乗じることにより、レジストのパターン寸法のばらつきとなる。即ち“MEF > 1”のとき、レジストのパターン寸法のばらつきは、露光マスクのパターン寸法のばらつきよりも、エンハンスされることになる。この“MEF”を利用すれば、露光マスクのパターンの中で、その寸法のばらつきが、レジスト寸法のばらつきをエンハンスさせる箇所を知ることができる。つまり、露光マスクのパターン寸法のばらつきを、より厳しく管理すべき箇所を特定できる。

【0028】上記の事項を利用し、第1の実施形態では、工程ST. 9において、CADレイアウトの全てのパターンにおける“MEF”を算出する。工程ST. 9では、“MEF”を、レジストパターンの線幅寸法(ΔCD_{resist}) / CADレイアウトパターンの線幅寸法(ΔCD_{mask})と定義して算出する(CD: Critical Dimension)。

【0029】図4は、工程ST. 9で算出された“MEF”を、CADレイアウト上に分布図として示した図である。図4に示すように、“MEF”は、CADレイアウト上で均一に現われるのではなく、様々な値で現われる。“MEF”が大きい箇所は、CADレイアウトパターンの寸法ばらつきが、レジストパターンの寸法ばらつきをエンハンスさせる箇所である。即ち、露光マスクのパターン寸法のばらつきを、より厳しく管理すべき箇所である。

6

【0030】次に、工程ST. 10において、CADレイアウトパターンの中から、比較的“MEF”が大きい箇所を抽出する。この第1の実施形態では、“MEF”が大きい小さいかを判断するための基準値を1.5に設定した。そして、図4に示すように、“MEF”が1.5以上となる箇所A、Bを、“MEF”が大きい箇所として抽出した。

【0031】次に、工程ST. 11において、抽出された箇所A、Bを、露光マスクの寸法を測るための測長箇所に指定する。このような第1の実施形態に係る露光マスクの検査方法であると、(1) CADレイアウトパターンの“MEF”を算出し、(2) CADレイアウトパターンの中から、“MEF”が大きい箇所を抽出し、(3) 抽出された“MEF”が大きい箇所を、露光マスクの寸法を測る測長箇所に指定する。

【0032】上記構成を有する露光マスクの検査方法であると、露光マスクの寸法を厳しく管理すべき箇所を、測長箇所に指定できる。よって、露光マスクの面内寸法の規格保証を、真に保証すべき箇所の寸法によって行うことが可能となる。

【0033】しかもこの発明により指定される測長箇所は、露光エリア内から選ばれる。このため、露光マスクの面内寸法の規格保証を、実際にデバイスとして機能する露光エリア内のパターンの測長することで行える。よって、露光マスクの面内寸法の規格保証の精度は、デバイスとして機能しないカーフ部に形成された測長用パターンの寸法を測長する場合に比べて、より向上させることができる。

【0034】[第2の実施形態] 上記第1の実施形態では“MEF”が大きい小さいかを判断するために、ある基準値(具体的には1.5)を設定し、“MEF”と基準値とを比較し、“MEF”が大きい小さいかを判断した。しかし、“MEF”が大きい小さいかを判断する方式は、設定した基準値と比較する方式ばかりでなく、他の方式に変更することが可能である。

【0035】この第2の実施形態は、“MEF”が大きい小さいかを判断する、他の方式に関する。図5は、この発明の第2の実施形態に係る露光マスクの検査方法を示す流れ図、図6はCADレイアウトに得た“MEF”の分布を示す図である。

【0036】図5に示すように、第1の実施形態により説明した工程ST. 1～工程ST. 9にしたがって、CADレイアウトパターンの“MEF”を算出する。次に、工程ST. 12において、パターンを“MEF”毎のグループに分類する。第3の実施形態では回路パターンを“MEF”の値によって、いくつかのグループに分類する。具体的には、図6に示すように、

GROUP. 1: $1.5 \leq \text{MEF}$

GROUP. 2: $1.4 \leq \text{MEF} < 1.5$

GROUP. 3: $1.3 \leq \text{MEF} < 1.4$

GROUP. 4 : MEF < 1. 3

の4つのグループに分類した。

【0037】次に、工程ST. 13において、4つのグループの中で、“MEF”が最も大きいグループを測長箇所指定する。即ち、GROUP. 1を測長箇所指定する。図6においては、GROUP. 1に含まれる箇所A、Bが測長箇所指定される。

【0038】このように第2の実施形態では、(1) CADレイアウトパターンを“MEF”を算出し、

(2) CADレイアウトパターンを“MEF”毎のグループに分類し、(3) “MEF”が最も大きいグループを、露光マスクの寸法を測る測長箇所指定する。

【0039】このような第2の実施形態であっても、第1の実施形態と同様に露光マスクの寸法を厳しく管理すべき箇所を、測長箇所指定できる。よって、第1の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0040】また、第2の実施形態では、CADレイアウトパターンを“MEF”毎のグループに分類し、“MEF”が最も大きいグループを測長箇所指定する。このため、“MEF”が大きい小さいかを判断する基準値を設定する必要がない。

【0041】よって、第2の実施形態では“MEF”の予測が困難で、“MEF”が大きい小さいかを判断する基準値を、あらかじめ設定しにくいような露光マスクの検査に、特に有効である。

【0042】[第3の実施形態] 上記第1、第2の実施形態で用いた露光マスクは、素子分離パターン形成用であった。

【0043】しかし、この発明は、素子分離パターン形成用の露光マスクばかりでなく、半導体集積回路装置の製造に使用する露光マスクであれば、如何なるものにも適用することができる。半導体集積回路装置の製造に使用する露光マスクとしては、ゲートパターン形成用の露光マスク、配線パターン形成用の露光マスク、コンタクト/スルーホール/ビア開口パターン用の露光マスク、不純物イオンを注入するための窓パターン用の露光マスクを挙げることができる。

【0044】図7は、ゲートパターン用の露光マスクのCADレイアウトを示す図、図8は、第2の実施形態により説明した方法によって、図7に示すCADレイアウトに得た“MEF”の分布を示す図である。

【0045】図8に示すように、GROUP. 1に含まれる箇所A、B、Cが測長箇所指定される。このように、この発明に係る露光マスクの検査方法は、半導体集積回路装置の製造に使用する露光マスクであれば、如何なるものにも適用することができる。

【0046】[第4の実施形態] 上記第1～第3の実施形態では“MEF”の算出を、CADレイアウトの全てのパターンに対して行ったが、“MEF”の算出は、CADレイアウトの特定のパターンに対してのみ行うこと

も可能である。

【0047】図9に示すようにゲートパターンは、素子分離領域パターン(Field Area: 以下“FA”) 上と、素子領域パターン(Active Area : 以下“AA”) 上に分類されるものである。ゲートパターンのうち、“FA”上パターンと重なる部分は配線として機能し、“AA”上パターンと重なる部分はトランジスタのゲートとして機能する。トランジスタのゲートとして機能する“AA”上のゲートパターンは、寸法の制御を、特に厳しく管理する必要がある。ゲートパターンの線幅寸法は、トランジスタの特性に直接影響するからである。

【0048】即ち、第4の実施形態では、ゲートパターンのうち、“AA”パターンと重なるパターンを“MEF”を算出するパターンに特定し、特定したパターンの“MEF”を算出する。

【0049】図10は、この発明の第4の実施形態に係る露光マスクの検査方法を示す流れ図、図11はCADレイアウトに得た“MEF”の分布を示す図である。図10に示すように、第1の実施形態により説明した工程ST. 1～工程ST. 8にしたがって、光学シミュレーションを行う。

【0050】次に、工程ST. 14において、“MEF”を算出するパターンを特定する。即ち、図9に示したように、ゲートパターンのうち、“AA”パターンと重なるパターンを“MEF”を算出するパターンに特定する。

【0051】次に、工程ST. 15において、特定したパターンの“MEF”を算出する。次に、工程ST. 16において、特定したパターンの中から、比較的“MEF”が大きい箇所を抽出する。この第4の実施形態では、“MEF”が大きい小さいかを判断するための基準値を、第1の実施形態と同様に1. 5に設定した。そして、図11に示すように、“MEF”が1. 5以上となる箇所A、B、Cを、“MEF”が大きい箇所として抽出した。

【0052】次に、工程ST. 17において、抽出された箇所A、B、Cを、露光マスクの寸法を測るための測長箇所指定する。このような第4の実施形態に係る露光マスクの検査方法であると、(1) CADレイアウトパターンの中から、“MEF”を算出するパターンを特定し、(2) 特定されたパターンの“MEF”を算出し、(3) 特定されたパターンの中から、“MEF”が大きい箇所を抽出し、(4) 抽出された“MEF”が大きい箇所を、露光マスクの寸法を測る測長箇所指定する。

【0053】このような第4の実施形態であっても、第1の実施形態と同様に露光マスクの寸法を厳しく管理すべき箇所を、測長箇所指定できる。よって、第1の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0054】また、第4の実施形態では、“MEF”を

算出する箇所を、第1の実施形態に比べて減らすことができ、“MEF”を算出するための演算時間を短縮できる。なお、この第4の実施形態は、測長箇所を、第1の実施形態により説明した方法にしたがって選んだが、第2の実施形態とにより説明した方法にしたがって選ぶようにしても良い。

【0055】[第5の実施形態]図12(A)は露光マスクのCADレイアウトを示す図、図12(B)は実際の露光マスクを示す図である。

【0056】図12(A)に示すように、CADレイアウトでは、パターンコーナーcが直角に描かれる。これに対し、図12(B)に示すように、実際の露光マスクでは、パターンコーナーcは直角とならない。実際の露光マスクのパターンは、半導体集積回路装置と同様に、リソグラフィ法を用いて製造されるためである。

【0057】図12(A)に示すCADレイアウトを使用して光学シミュレーションを行うと、コーナーcにおいては光の回折や干渉等が発生するので、光学像は、CADレイアウトから大きくはずれることになる。このため、図12(C)に示すように、特にコーナーcが含まれる領域10においてMEFが大と判断され、領域10が、数多く測長箇所選ばれてしまう可能性がある。

【0058】このような事情を解消するのが、第5の実施形態である。図13(A)はこの発明の第5の実施形態に係るCADレイアウトを示す図である。

【0059】図13(A)に示すように、この第5の実施形態では、CADレイアウトのコーナーcを、実際の露光マスクのパターンに合致するように補正する。このように、CADレイアウトのコーナーcを、実際の露光マスクのパターンに合致するように補正することで、図13(B)に示すように、特にコーナーcが含まれる領域10においても、シミュレーションに得た光学像がCADレイアウトから大きく外れることがなくなる。よって、領域10が、測長箇所に数多く選ばれてしまう事情を解消することができる。

【0060】[第6の実施形態]上記第1～第5の実施形態では測長箇所の数を規定していない。測長箇所の数は特に規定しないことは、開発段階の製品や、研究段階の最先端のデバイスに使用する露光マスクには有効である。これらの製品、デバイスを製造するための露光マスクには、極めて高い寸法精度が要求されるからである。露光マスクの寸法精度は、測長箇所が多いほど高まる。

【0061】しかし、これら開発段階の製品や、研究段階のデバイスに使用する露光マスクに対し、量産段階の製品に使用する露光マスクには、高い寸法精度のみならず、高いスループットも要求される。露光マスクは消耗品であり、絶えず量産工場に供給され続けなければならない。測長箇所をむやみに増やすと、検査に要する時間が長くなり、スループットが悪くなる。

【0062】よって、測長箇所の数を適切な数に規定す

ることも、特に量産製品に使用する露光マスクにおいては有効である。第6の実施形態は、測長箇所の数を規定する一例である。

【0063】図14は、この発明の第6の実施形態に係る露光マスクの検査方法を示す流れ図である。図14に示すように、第1の実施形態により説明した工程ST.1～工程ST.9にしたがって、CADレイアウトパターンの“MEF”を算出する。

【0064】次に、工程ST.18において、パターンに番号を“MEF”が大きい順に付与する。次に、工程ST.19において、測長箇所設定数以内で番号順に測長箇所に指定する。この第6の実施形態においては、測長箇所設定数を20点とした。

【0065】このような第6の実施形態であっても、第1の実施形態と同様に露光マスクの寸法を厳しく管理すべき箇所を、測長箇所に指定できる。よって、第1の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0066】また、第6の実施形態では、設定数以内で、“MEF”が大きい順に測長箇所に指定する。このため、第6の実施形態では、測長箇所の数が限られていた場合でも、限られた数以内で、最適な測長箇所を指定することができる。

【0067】[第7の実施形態]上記第1～第6の実施形態では測長箇所の露光マスク面内における位置は、規定されない。現在のLSIでは、だいたい同じような寸法のトランジスタがチップの全体にほぼ均等に存在しており、“MEF”が大きい箇所は露光マスク面内ではほぼ均等に現れることが、ふつうである。

【0068】しかしながら、今後、多様な寸法のトランジスタが1つのチップに集積される可能性が高い。しかも、多様な寸法のトランジスタがチップに集積されるだけでなく、ある特定の寸法を持つトランジスタが、チップの一部分に局所的に配置される可能性がある。即ち、システムLSIである。

【0069】システムLSIでは、プロセッサに代表されるロジック系の回路、DRAMに代表されるメモリ系の回路が1チップに集積される。このようなシステムLSIでは“MEF”の大きい箇所が、DRAMブロックに集中したり、あるいはプロセッサブロックに集中したりすることも十分に想定される。このような現象が発生すると、測長箇所が、露光マスクの一部分に局所的に集中する。測長箇所が、局所的に集中すると、露光マスクの寸法保証は、局所的な部分の測長のみで行われることになる。このため、露光マスクの保証精度の面内均一性が損なわれる可能性がある。

【0070】第7の実施形態は、露光マスクの保証精度の面内均一性を向上させることを目的とする。図15は、この発明の第7の実施形態に係る露光マスクの検査方法を示す流れ図である。

【0071】図15に示すように、第1の実施形態によ

11

り説明した工程 S T. 1 ~ 工程 S T. 9 にしたがって、C A D レイアウトパターン の “M E F” を算出する。次に、工程 S T. 20 において、C A D レイアウトを平面的な複数のブロックに分割する。

【0072】図 16 はブロック分割の一例を示す図である。図 16 に示すように、ブロック分割の一例は、C A D レイアウトを平面的に 8 分割 (B L O C K. 1 ~ B L O C K. 8) する。

【0073】次に、工程 S T. 21 において、各ブロック (B L O C K. 1 ~ B L O C K. 8) 毎に、“M E F” が大きい箇所を抽出する。次に、工程 S T. 22 において、各ブロック (B L O C K. 1 ~ B L O C K. 8) 毎に、“M E F” が大きい箇所を測長箇所指定する。

【0074】このような第 7 の実施形態であっても、第 1 の実施形態と同様に露光マスクの寸法を厳しく管理すべき箇所を、測長箇所指定できる。よって、第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0075】しかも、第 7 の実施形態では、各ブロック (B L O C K. 1 ~ B L O C K. 8) 毎に、測長箇所が指定されるので、測長箇所が露光マスクの一部分に集中しない。よって、第 7 の実施形態は、露光マスクの保証精度の面内均一性を向上させることができる。

【0076】なお、第 7 の実施形態は、第 1 ~ 第 6 の実施形態と組み合わせて実施することができる。

【第 8 の実施形態】上記第 7 の実施形態では、C A D レイアウトを複数のブロックに分割する際、単純に 8 分割した。しかし、ブロック分割の方式は、回路ブロック毎に分割しても良い。

【0077】図 17 は、第 8 の実施形態に係るブロック分割の他の例を示す図である。図 17 に示すように、C A D レイアウトを、回路ブロック毎に分割する。即ち、B L O C K. E E P R O M、B L O C K. D R A M、B L O C K. L O G I C、B L O C K. S R A M に、ブロック分割する。

【0078】さらに第 8 の実施形態では、回路ブロックの他、配線チャンネルにもブロックを設定した (B L O C K. C H A N N E L (I)、B L O C K. C H A N N E L (I I))。配線チャンネルに対してブロックを設定する必要は特にないが、ブロックは、回路ブロックに対して設定するばかりでなく、配線チャンネルに対して設定することも可能である。

【0079】このような第 8 の実施形態であっても、第 1 の実施形態と同様に露光マスクの寸法を厳しく管理すべき箇所を、測長箇所指定できる。よって、第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0080】また、第 8 の実施形態は、第 7 の実施形態と同様に、測長箇所が露光マスクの一部分に集中する事情を解消できるので、露光マスクの保証精度の面内均一性を向上させることができる。

【0081】なお、第 8 の実施形態は、第 1 ~ 第 6 の実施形態と組み合わせて実施することができる。

【第 9 の実施形態】上記第 1 ~ 第 8 の実施形態により説

12

明した、この発明に係る露光マスクの検査方法は、コンピュータプログラム化し、フロッピディスク、コンパクトディスク等のコンピュータにより読み取り可能な記録媒体に記録することができる。

【0082】図 18 に示すように、この発明に係る露光マスクの検査方法がプログラム化されて記録された記録媒体 1 は、シミュレータ (コンピュータ) 2 にセットされる。シミュレータ 2 は、セットされた記録媒体 1 から、プログラムを読み取る。そして、シミュレータ 2 は、読み取ったプログラムにしたがって、(1) C A D レイアウトパターン の “M E F” の算出を実行し、(2) C A D レイアウトパターンの中から、“M E F” が大きい箇所の抽出を実行する。

【0083】このようにして、C A D レイアウトの中から、露光マスクの寸法を測長するのに最適な測長箇所が探索される。そして、(3) 抽出された “M E F” が大きい箇所を、露光マスクの寸法を測る測長箇所の候補に指定する。

【0084】以下、記録媒体 1 に記録されるプログラムの一例を説明する。なお、プログラムの一例は、第 1 の実施形態により説明した検査方法をしたがって説明するが、記録媒体 2 には、第 2 ~ 第 8 の実施形態にしたがったプログラムを記録できることはもちろんである。

【0085】図 19 は、この発明の第 9 の実施形態に係るプログラムを示す流れ図である。まず、図 19 に示すように、手順 S T. 31 において、シミュレータ 2 への C A D レイアウト (マスクパターン) の入力を許可する。

【0086】次に、手順 S T. 32 において、シミュレータ 2 へのシミュレーションパラメータの入力を許可する。次に、手順 S T. 33 において、露光量の設定を許可する。

【0087】次に、手順 S T. 34 において、光学シミュレーション回数 の設定を許可する。次に、手順 S T. 35 において、光学シミュレーションを実行する。

【0088】次に、手順 S T. 36 において、レジストパターン の寸法値の算出を実行する。次に、手順 S T. 37 において、光学シミュレーション回数が、手順 S T. 34 で設定された光学シミュレーション回数になったか否かを判断する。N O. の場合には、手順 S T. 38 に進み、マスクバイアスの変更を実行する。Y E S. の場合には、手順 S T. 39 に進み、M E F の算出を実行する。

【0089】次に、M E F が算出されたら、手順 S T. 40 において、M E F が大きい箇所の抽出を実行する。次に、手順 S T. 41 において、M E F が大きい箇所を測長箇所の候補に指定する。このような手順を含む測長箇所を探索するプログラムによれば、第 1 の実施形態により説明した検査方法を実行することができる。

【0090】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれ

13

ば、ランダムな回路パターンを持つ半導体集積回路装置の露光マスクであっても、露光マスクの面内寸法の規格保証を、真に保証すべき箇所の寸法によって行うことができ、かつ露光エリアでのパターン寸法のモニタも可能とする露光マスクの検査方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 はこの発明の第 1 の実施形態に係る露光マスクの検査方法を示す流れ図。

【図 2】図 2 (A) は入力した CAD レイアウトを示す図、図 2 (B) はシミュレーションにより得たレジスト

10 パターンの輪郭を示す図。

【図 3】図 3 は MEF を説明するための図。

【図 4】図 4 はこの発明の第 1 の実施形態にしたがって CAD レイアウト上に得た MEF の分布を示す分布図。

【図 5】図 5 はこの発明の第 2 の実施形態に係る露光マスクの検査方法を示す流れ図。

【図 6】図 6 はこの発明の第 2 の実施形態にしたがって CAD レイアウト上に得た MEF の分布を示す分布図。

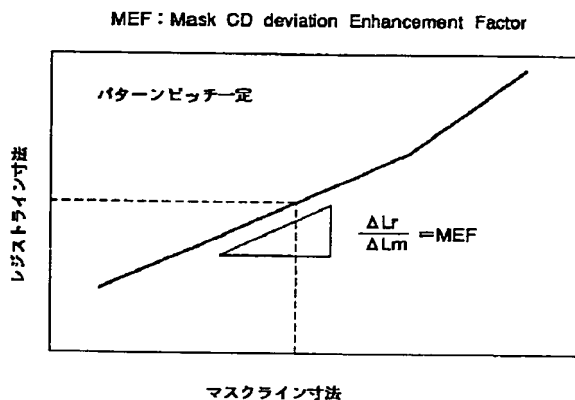
【図 7】図 7 はこの発明の第 3 の実施形態で入力した CAD レイアウトを示す図。

【図 8】図 8 はこの発明の第 3 の実施形態にしたがって CAD レイアウト上に得た MEF の分布を示す分布図。

【図 9】図 9 はゲートパターンと下地パターンとの関係を示す図。

【図 10】図 10 はこの発明の第 4 の実施形態に係る露光マスクの検査方法を示す流れ図。

【図 3】



14

* 【図 11】図 11 はこの発明の第 4 の実施形態にしたがって CAD レイアウト上に得た MEF の分布を示す分布図。

【図 12】図 12 (A) は露光マスクの CAD レイアウトを示す図、図 12 (B) は実際の露光マスクを示す図、図 12 (C) は CAD レイアウトと光学像との関係を示す図。

【図 13】図 13 (A) はこの発明の第 5 の実施形態に係る露光マスクの CAD レイアウトを示す図、図 13 (B) はこの発明の第 5 の実施形態に係る CAD レイアウトと光学像との関係を示す図。

【図 14】図 14 はこの発明の第 6 の実施形態に係る露光マスクの検査方法を示す流れ図。

【図 15】図 15 はこの発明の第 7 の実施形態に係る露光マスクの検査方法を示す流れ図。

【図 16】図 16 はこの発明の第 7 の実施形態に用いられるブロック分割を示す図。

【図 17】図 17 はこの発明の第 8 の実施形態に用いられるブロック分割を示す図。

20 【図 18】図 18 はこの発明の第 9 の実施形態に用いられる記録媒体とシミュレータとを示す図。

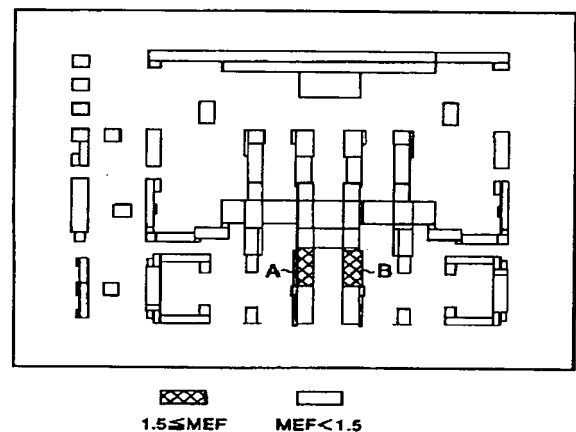
【図 19】図 19 はこの発明の第 9 の実施形態に係る測長箇所を探索するプログラムの流れ図。

【符号の説明】

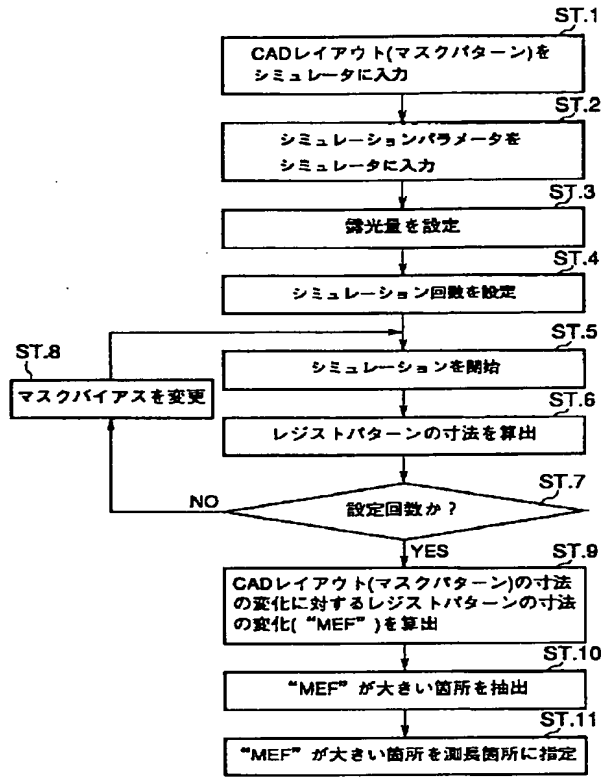
1 … 記録媒体、

2 … シミュレータ (コンピュータ)。

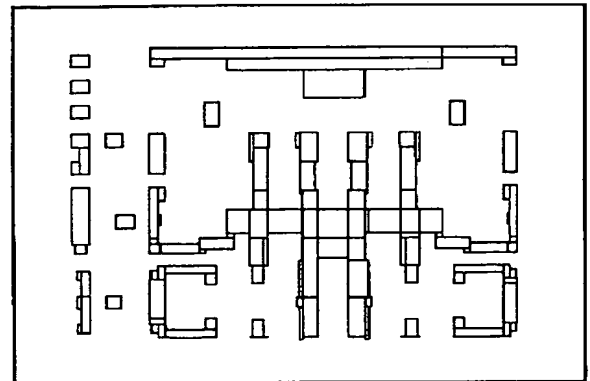
【図 4】



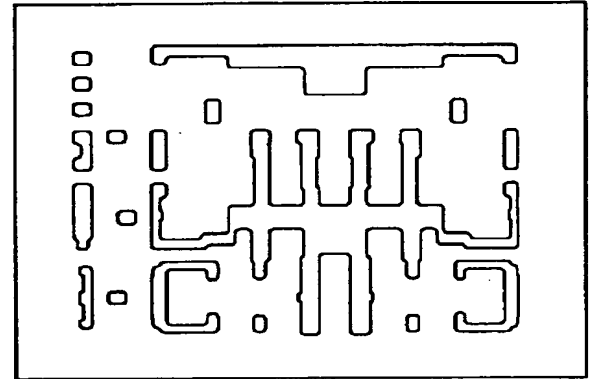
【図1】



【図2】

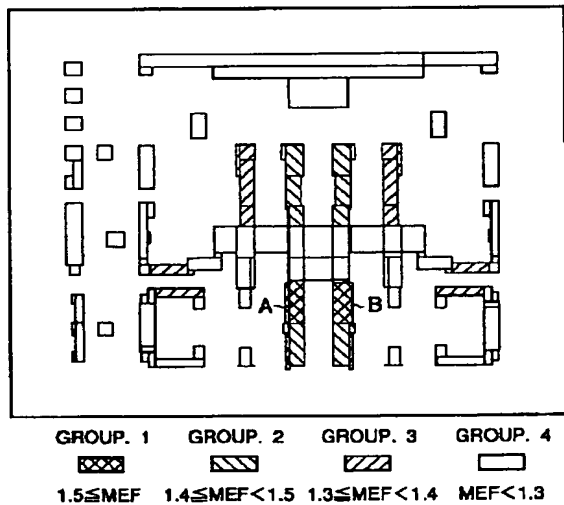


(A)

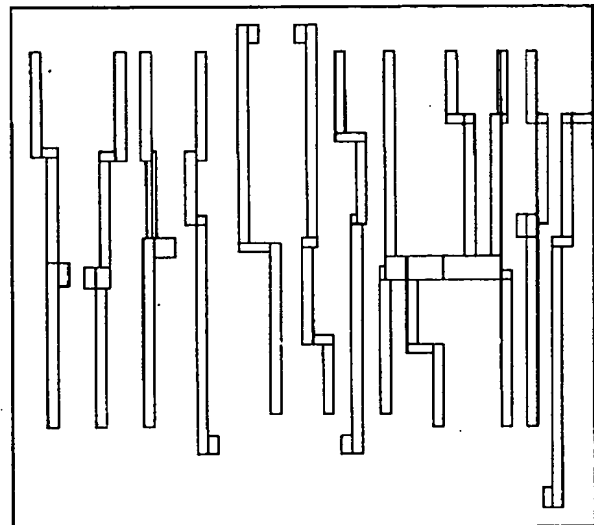


(B)

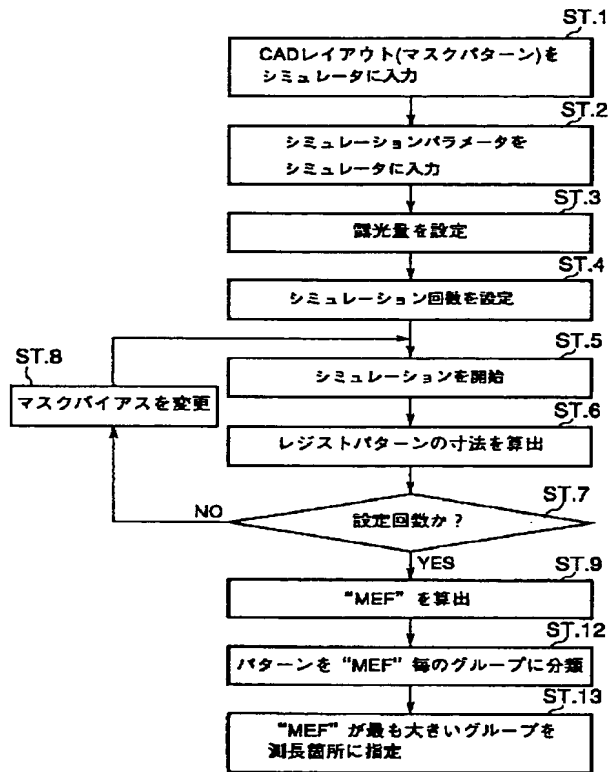
【図6】



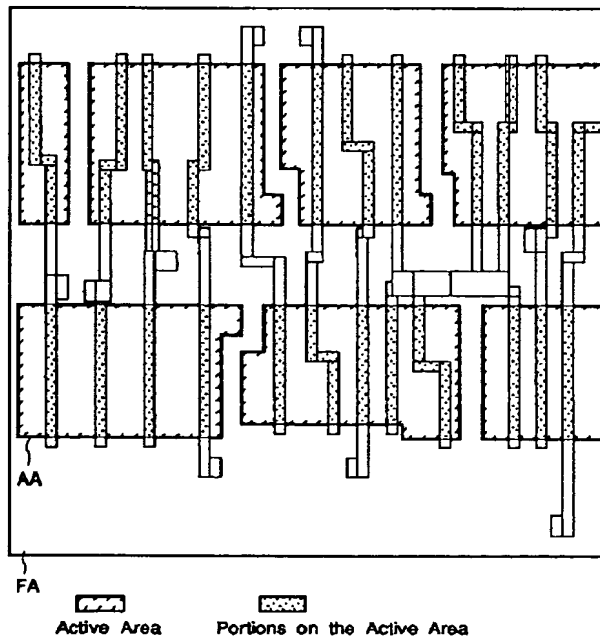
【図7】



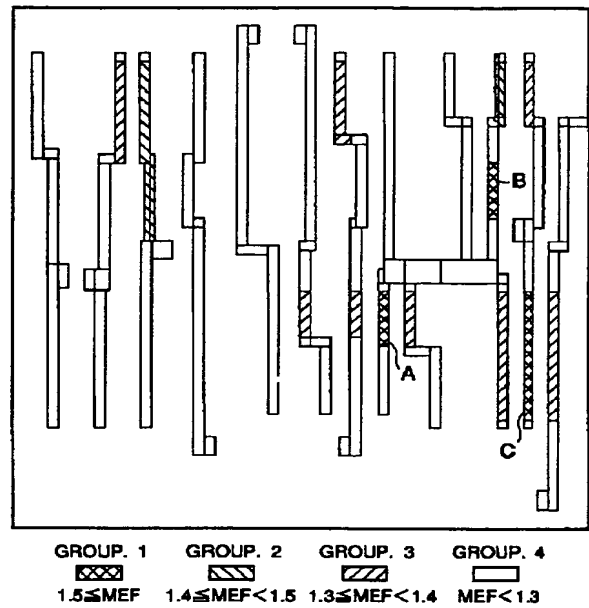
【図 5】



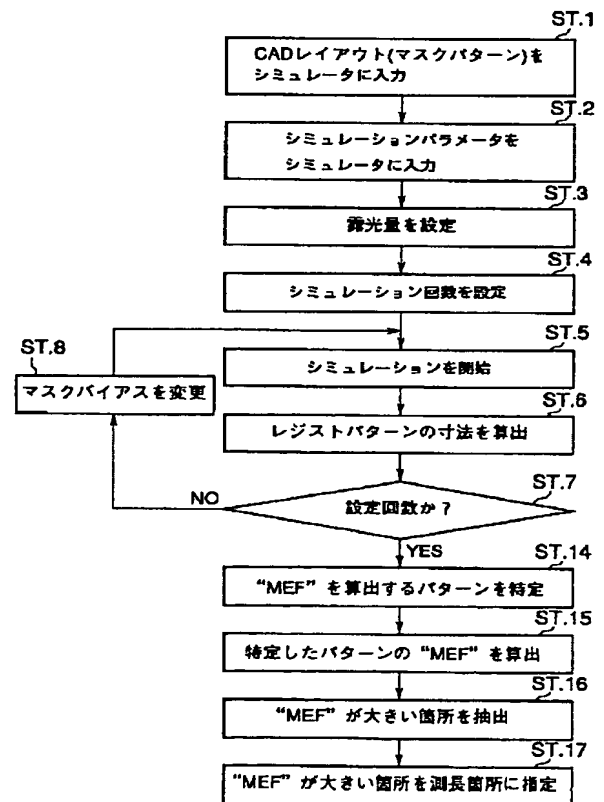
【図 9】



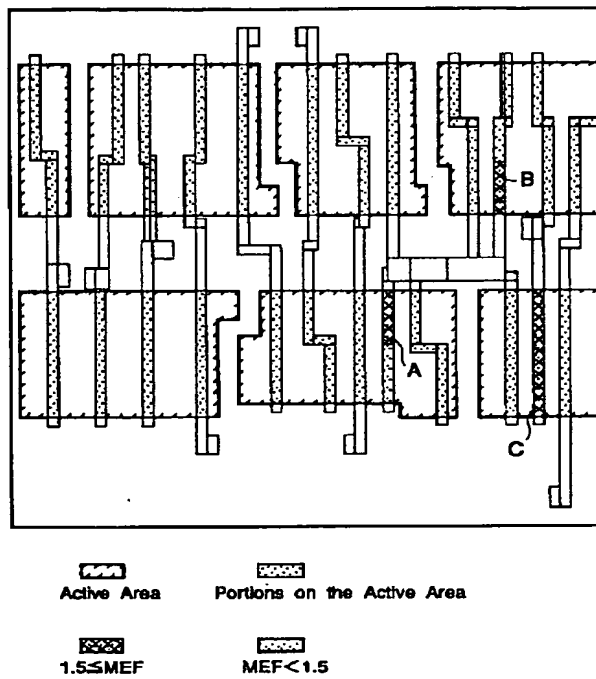
【図 8】



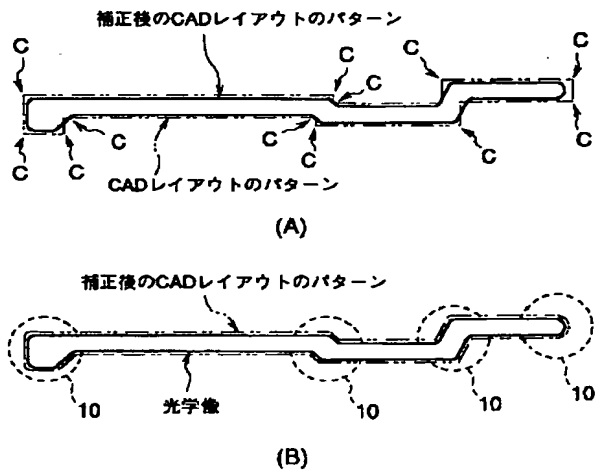
【図 10】



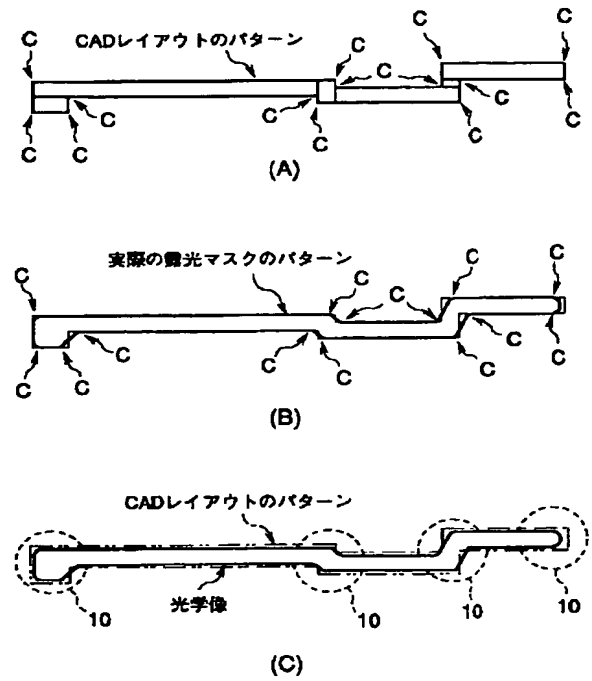
【図11】



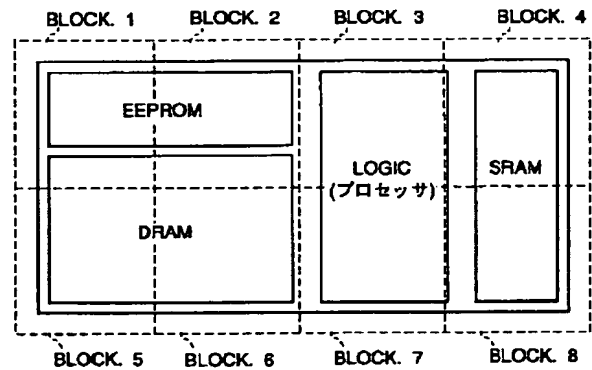
【図13】



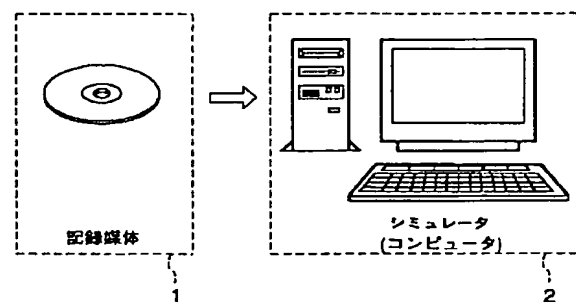
【図12】



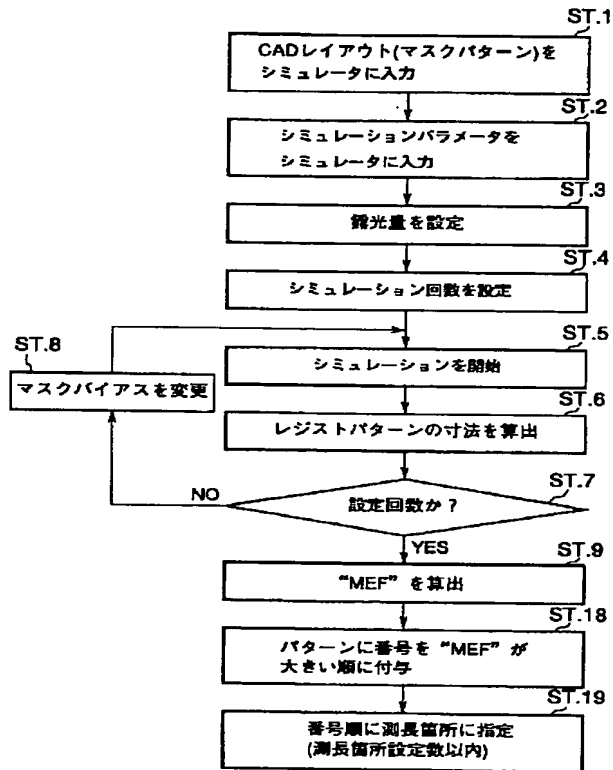
【図16】



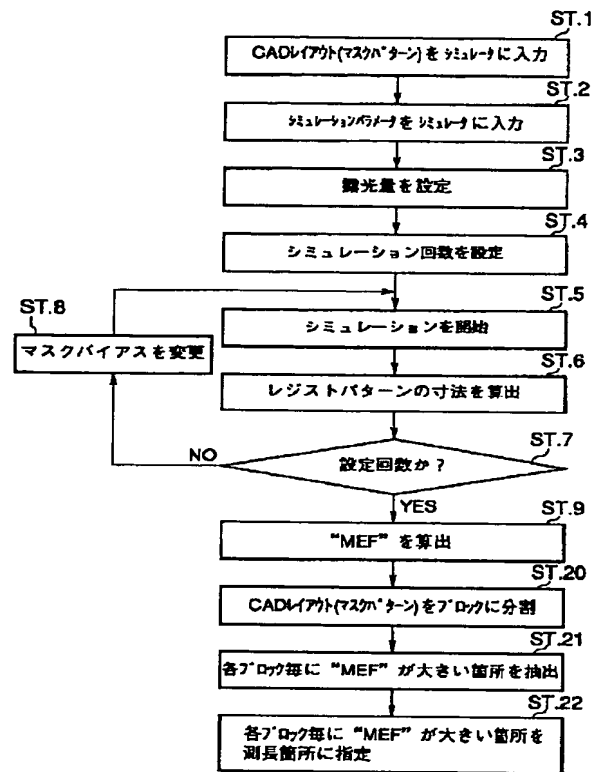
【図18】



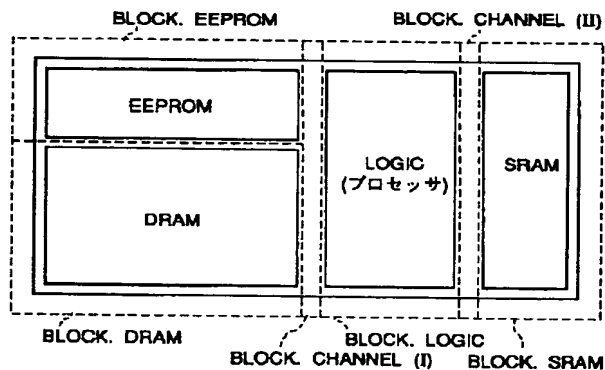
【図14】



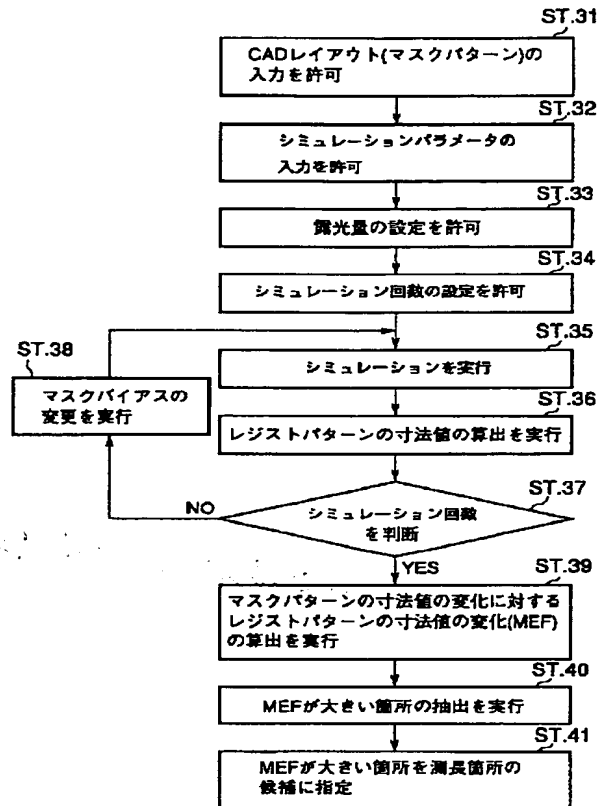
【図15】



【図17】



【図19】



THIS PAGE BLANK (USPTO)